

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-184632

(43)Date of publication of application : 30.06.2000

(51)Int.Cl.

H02K 1/16

H02K 1/18

H02K 3/04

H02K 15/06

(21)Application number : 10-350256

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 09.12.1998

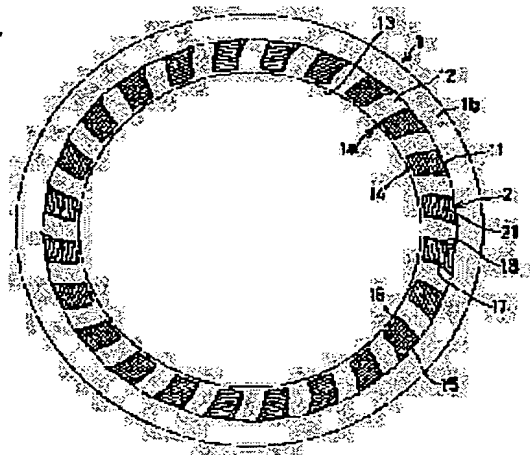
(72)Inventor : YAMAZAKI YOSHIO  
KATO TOSHIICHI

## (54) ELECTRIC ROTATING MACHINE AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electric rotating machine in which a hardly deformable coil molded body having a deformed cross section or a coil molded body having a large cross section can be wound and placed easily, and to provide its manufacturing method.

**SOLUTION:** A stator core is constituted in such a way that an inside core 1a which comprises outer slots 11 opened to the radial side and teeth 12 used to partition side ends of the outer slots 11 is fitted to an outside core 1b which forms a yoke by bringing its inner circumferential face into contact with end edges on the radial outside of the teeth 12. The slot conductor part 21 of a coil 2 which is housed in the outer slots 1 is composed of a flat conductive coil. The outer slots 11 are featured in such a way that they are tilted to one side in the circumferential direction continuously toward radial-outside slot openings 15 from radial-inside slot bottom parts 16. As a result, a coil can be wound and placed easily.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-184632

(P 2 0 0 0 - 1 8 4 6 3 2 A)

(43) 公開日 平成12年 6 月30日 (2000. 6. 30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H02K 1/16		H02K 1/16	A 5H002
1/18		1/18	D 5H603
3/04		3/04	E 5H615
15/06		15/06	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平10-350256

(22) 出願日 平成10年12月 9 日 (1998. 12. 9)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

(72) 発明者 山崎 良雄

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 加藤 敏一

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

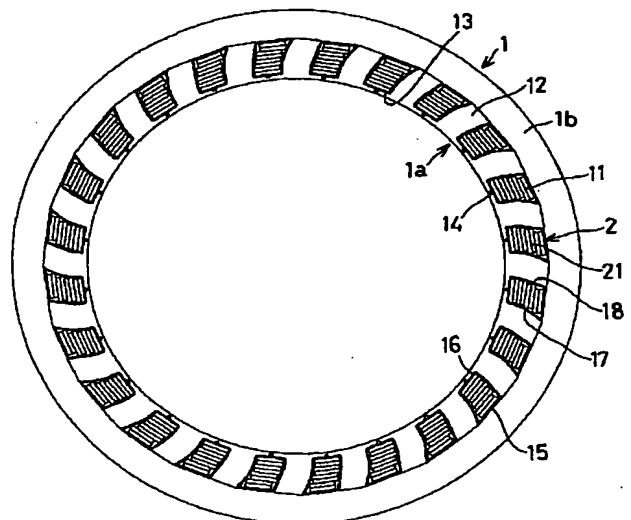
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 異形断面を有して変形しにくいコイル成形体や断面面積が大きいコイル成形体でも容易に巻装可能な回転電機及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 ステータコアは、径外側に開口するアウトースロット 1 1 と、アウトースロット 1 1 の側端を区画するティース 1 2 とを有する内側コア 1 a と、内周面がティース 1 2 の径外側端縁に当接してヨークをなす外側コア 1 b とを嵌合させて構成される。アウトースロット 1 1 に收容されるコイル 2 のスロット導体部 2 1 は平板導体型コイルからなる。アウトースロット 1 1 は、径内側のスロット底部 1 6 から径外側のスロット開口 1 5 へ向けて連続的に周方向一方側へ傾斜する点を特徴とする。このようにすれば、コイル 2 を容易に巻装することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 径外側に開口する複数のアウタースロットを所定のスロットピッチで有する内側コアと、内周面が前記内側コアのティースの径外側端縁に当接してヨークをなす外側コアとを有するステータコアと、

前記アウタースロットに挿通される行き導体部及び還り導体部からなるスロット導体部と、前記スロット導体部と一体に形成されて前記行き導体部及び還り導体部の同一側端部を接続する渡り導体部とを有するコイル導体を波巻きしてなる波巻き巻線を備える回転電機において、前記各アウタースロットは、径内側のスロット底部から径外側のスロット開口へ向けて連続的に周方向一方側へ傾斜する径方向断面を有することを特徴とする回転電機。

【請求項 2】 請求項 1 記載の回転電機において、前記アウタースロットの互いに対面する一対の側面の一方は他方よりも周方向一方側へより大きく傾斜していることを特徴とする回転電機。

【請求項 3】 径外側に開口する複数のアウタースロットを所定のスロットピッチで有する内側コアと、内周面が前記内側コアのティースの径外側端縁に当接してヨークをなす外側コアとを有するステータコアと、前記アウタースロットに挿通される行き導体部及び還り導体部からなるスロット導体部と、前記スロット導体部と一体に形成されて前記行き導体部及び還り導体部の同一側端部を接続する渡り導体部とを有するコイル導体を波巻きしてなる波巻き巻線を備える回転電機において、前記各アウタースロットは、径内側のスロット底部の周方向幅よりも広い径外側のスロット開口の周方向幅を有することを特徴とする回転電機。

【請求項 4】 請求項 3 記載の回転電機において、前記アウタースロットは、径内側のスロット底部から径外側のスロット開口へ向けて連続的に周方向一方側へ傾斜する径方向断面を有することを特徴とする回転電機。

【請求項 5】 請求項 4 記載の回転電機において、前記アウタースロットの互いに対面する一対の側面の一方は他方よりも周方向一方側へより大きく傾斜していることを特徴とする回転電機。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか記載の回転電機において、前記スロット導体部および渡り導体部は、厚さ方向が略径方向となる姿勢で前記ステータコアに巻装されて延在方向と直角な断面が略長方形である長尺平板導体からなり、前記渡り導体部は、前記行き導体部側の部分と前記還り導体部側の部分とが径方向に前記長尺平板導体の厚さ以上の段差を有することを特徴とする回転電機。

【請求項 7】 請求項 6 記載の回転電機の製造方法において、

予め形成したコイル成形体の 1 ターンのコイルの行き導体部と還り導体部の一方を前記アウタースロットに収容

した後、この 1 ターンのコイルの行き導体部と還り導体部の一方を軸心としてその他方を回動移動させて前記アウタースロットに収容することを特徴とする回転電機の製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれか記載の回転電機の製造方法において、

前記ティースの前記径外端縁または前記径外端縁に密接する前記外側コアの内周面を、打ち抜き電磁鋼板の積層後に滑面化処理することを特徴とする回転電機の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回転電機の波巻き巻線及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 モータ・発電機等の回転電機の固定子巻線や回転子巻線の巻装方法として、1 磁極に所定巻数の導体を巻装し、巻装終了後、次の磁極に移る集中巻き巻装方式と、導体を波状に巻装していく波巻き巻装方式とが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、集中巻きの場合、巻装を磁極毎に行っていくため製作に時間がかかり、巻線作業の自動化が容易ではなかった。また、波巻きの場合、特に回転電機に広く使用されている 3 相コイルを巻装する場合、コイルエンドに重なりが生じるため、コイルエンドのスペースが大きくなって回転電機の体格が増大してしまい、また、コイルエンドの導体長の合計が増大せざるを得ず、しかも、コイル導体をスロットの径内側の開口からスロット内へ順次挿入する巻装作業は、スロットの径内側の開口の周方向幅が狭いために面倒な上、スロット内におけるコイル導体占積率を大きくできないという問題が生じた。

【0004】 ステータコアを、径外側に開口するスロット及びティースを有する略円筒状の内側コアと、ティースの径外端縁に密接する円筒状のヨークをなす外側コアとに分割し、内側コアのスロットにコイル導体を巻装した後、内側コアに外側コアを軸方向に嵌合するアウタースロット構造を採用すれば、ワイヤ状の細いコイル導体を一本ずつ順番に巻装していく場合には巻装作業は格段に簡素化される。

【0005】 しかしながら、このアウタースロット方式において、予め成形された断面積が大きいまたは断面積が異形で曲げにくいコイル導体をこのアウタースロットに巻装する場合、コイル巻装作業が容易でないという問題があった。この問題について更に説明する。一つの渡り導体部の両端から軸方向に延在して互いに近接する一対のスロットに個別に収容される行き導体部と還り導体部とからなる 1 ターン分のコイル導体について考える。

【0006】 この一対のスロットの周方向スパンは、径

外側のスロット開口近傍で大きく、径内側のスロット底部近傍で小さくなっている。したがって、径内側のスロット底部近傍に收容される予定の 1 ターン分のコイル導体の往き導体部と還り導体部との間の周方向スパンは、上記スロット開口の周方向スパンより狭くなり、このため、この 1 ターンのコイル導体をスロットに入れるには、この 1 ターンのコイル導体を周方向に変形してその周方向スパンを拡大する必要がある。

【0007】しかしながら、たとえば主面が周方向及び軸方向に延在する姿勢で巻装される平板導体型コイルの  
10 ような断面異形コイルや大断面積コイルでは、このようなスパン拡大作業をいちいち行うことは容易ではなく、巻装作業が困難であった。更に小断面積のワイヤ状コイルであっても、それらを多数本数束ねて成形した場合、上記スパン拡大作業は困難となるという問題があるため、巻装作業が困難であった。

【0008】本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、異形断面を有して変形しにくいコイル成形体や断面積  
20 が大きいコイル成形体でも容易に巻装可能な回転電機及びその製造方法を提供することをその目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の回転電機では、ステータコア（固定子コアともいう）は、径外側に開口するアウトースロット、並びに、このスロットの側端を区画するティースとを有する内側コアと、内周面が内側コアのティースの径外側端縁に当接してヨークをなす外側コアとを嵌合させて構成される。以下、この形式のステータコアをアウトースロット型コアとも呼ぶものとする。

【0010】このアウトースロット型コアには、アウトースロットに收容される往き導体部及び還り導体部からなるスロット導体部と、スロット導体部と一体に形成されて往き導体部及び還り導体部の同一側端部を接続する渡り導体部とからなるコイル導体が波巻きに巻装される。本構成では特に、アウトースロットを、径内側のスロット底部から径外側のスロット開口へ向けて連続的に周方向一方側へ傾斜する点を特徴とする。

【0011】このようにすれば、異形断面を有して変形しにくいコイル成形体や断面積が大きいコイル成形体でもきわめて容易に巻装することができる。また、アウトースロット型コアを採用しているため、スロット内のコイル導体占積率の向上を図ることができる他、スロット收容工程前にコイル成形を行うことができるので、コイル導体のコイルエンド部の冗長な引き回しがなく、銅損低減や体格の小型化を実現することができる。

【0012】更に詳しく説明すると、予め、コイル成形体を形成した場合、一つの渡り導体部の両端に連続する 1 ターンのコイルの往き導体部と還り導体部との間の周方向スパンはそれをスロットに收容する前に予め決定さ  
50

れ、この周方向スパンは、往き導体部及び還り導体部を個別に收容する一対のアウトースロットの径内側のスロット底部近傍における周方向スパンに略等しくなっている。

【0013】したがって、前述したように、もしもアウトースロットがその径内側のスロット底部から径外側のスロット開口に向けて放射方向に形成されている場合には、この一対のアウトースロットの径外側のスロット開口近傍における周方向スパンがコイル成形体の周方向スパンよりも大きくなってコイル成形体をアウトースロットに收容するのが困難となるはずである。

【0014】しかし、本構成では、アウトースロットが、その径内側のスロット底部から径外側のスロット開口に向けて周方向へ傾斜しているため、後述するように、1 ターンのコイルの往き導体部と還り導体部との間の周方向スパンを拡大する作業を省略ないし軽減しつつコイル成形体を容易にアウトースロットへ收容することが可能となる。

【0015】請求項 2 記載の構成によれば請求項 1 記載の回転電機において更に、アウトースロットの互いに対面する一対の側面の一方は他方よりも周方向一方側へより大きく傾斜している。このようにすれば、1 ターンのコイルの往き導体部と還り導体部の一方をアウトースロットに收容した後、他方をこの大きく傾斜する側面に沿ってアウトースロットに收容できるので、1 ターンのコイルの往き導体部と還り導体部との間の周方向スパンを拡大する作業を一層、省略ないし軽減することができる。

【0016】請求項 3 記載の回転電機では、予め成形されたコイル成形体が波巻き巻装されるアウトースロット型コアにおいて、各アウトースロットが径内側のスロット底部の周方向幅よりも広い径外側のスロット開口の周方向幅を有する。このようにすれば、異形断面を有して変形しにくいコイル成形体や断面積が大きいコイル成形体でもきわめて容易に巻装することができる。また、アウトースロット型コアを採用しているため、スロット内のコイル導体占積率の向上を図ることができる他、スロット收容工程前にコイル成形を行うことができるので、コイル導体のコイルエンド部の冗長な引き回しがなく、銅損低減や体格の小型化を実現することができる。

【0017】更に詳しく説明すると、予め、コイル成形体を形成した場合、一つの渡り導体部の両端に連続する 1 ターンのコイルの往き導体部と還り導体部との間の周方向スパンはそれをスロットに收容する前に予め決定され、この周方向スパンは、往き導体部及び還り導体部を個別に收容する一対のアウトースロットの径内側のスロット底部近傍における周方向スパンに略等しくなっている。

【0018】したがって、前述したように、もしもアウトースロットがその径内側のスロット底部から径外側の

スロット開口に向けて放射方向に形成されている場合には、この一対のアウタースロットの径外側のスロット開口近傍における周方向スパンがコイル成形体の周方向スパンよりも大きくなってコイル成形体をアウタースロットに収容するのが困難となるはずである。

【0019】しかし、本構成では、アウタースロットが、径内側のスロット底部の周方向幅よりも広い径外側のスロット開口の周方向幅を有するので、後述するように、1ターンのコイルの行き導体部と還り導体部との間の周方向スパンを拡大する作業を省略ないし軽減しつつコイル成形体を容易にアウタースロットへ収容することが可能となる。

【0020】請求項4記載の構成によれば請求項3記載の回転電機において更に、アウタースロットは、径内側のスロット底部から径外側のスロット開口へ向けて連続的に周方向一方側へ傾斜する径方向断面を有する。このようにすれば、既に請求項1記載の回転電機の説明で説明したようにコイル巻装作業の一層の容易化を図ることができる。

【0021】請求項5記載の構成によれば請求項4記載の回転電機において更に、アウタースロットの互いに対面する一対の側面の一方は他方よりも周方向一方側へより大きく傾斜している。このようにすれば、既に請求項2記載の回転電機の説明で説明したようにコイル巻装作業の一層の容易化を図ることができる。

【0022】請求項6記載の構成によれば請求項1ないし5のいずれか記載の回転電機において更に、スロット導体部および渡り導体部は、厚さ方向が略径方向となる姿勢で前記ステータコアに巻装されて延在方向と直角な断面が略長方形である長尺平板導体からなり、渡り導体部は、行き導体部側の部分と還り導体部側の部分とが径方向に長尺平板導体の厚さ以上の段差を有する。

【0023】この形状のコイル導体を予め成形して、行き導体部、渡り導体部、還り導体部からなる1ターンのコイルの行き導体部と還り導体部を少なくとも形成した後、それをアウタースロットに収容する場合、1ターンのコイルの周方向スパンの拡張が困難となるが、本構成ではステータコアが上述したように請求項1記載の傾斜スロット構造または請求項3記載の狭底スロットを採用するので、巻装時における1ターンのコイルの行き導体部と還り導体部との周方向スパンの拡張を省略ないし軽減することができるので巻装作業を容易化することができる。更に、本構成では、渡り導体部に径方向段差を有する平板導体構成を有するので、コイルエンド長の短縮やコイルエンド収容空間の容積縮小を実現することができる。

【0024】更にその上、上記した渡り導体部に径方向に段差を有する平板導体型コイルは、コイルエンドにおいて径外側に膨らむことがなく、このため、内側コアにコイル巻装後、外側コアを内側コアに軸方向に嵌合させ

ることができるため、コイルエンドがステータコア組み立ての支障とはならないという利点がある。なお、上記段差は、平板導体型コイルを折り重ねて形成できる他、塑性変形により形成してもよい。

【0025】請求項7記載の構成によれば請求項6記載の回転電機のコイル巻装方法において更に、予め形成したコイル成形体の1ターンのコイルの行き導体部と還り導体部の一方をアウタースロットに収容した後、この1ターンのコイルの行き導体部と還り導体部の一方を軸心としてその他方を回動移動させてアウタースロットに収容する。このようにすれば円滑な巻装が可能となる。

【0026】請求項8記載の構成によれば請求項1ないし7のいずれか記載の回転電機の製造方法において更に、ティースの径外端縁または径外端縁に密接する外側コアの内周面を、打ち抜き電磁鋼板の積層後に切削による滑面化処理する。この滑面化処理としては切削、研削、研磨などの周知の加工技術を採用できるが、簡単には耐摩耗性に優れたダイヤモンド粒を接着してなる研磨面を周方向または軸方向に相対移動させて行うことが好ましい。

【0027】これにより、内側コアと外側コアとを容易に密接させることができるとともに、両者間のギャップを縮小して出力向上を実現することができる。

【0028】

【発明を実施するための態様】本発明の好適な態様を以下の実施例により説明する。なお、上述した「アウタースロットが、径内側のスロット底部から径外側のスロット開口へ向けて連続的に周方向一方側へ傾斜する径方向断面を有する」という意味は、少なくともこのアウタースロットの一方の側面が周方向一方側（スロット導体部受け入れ側）に傾斜するという意味である。

【0029】また、内側コアは、各ティースをその最も径内側の部分において連続してなるが、ロータコアに向かわない漏れ磁束を低減するために、各ティースの径内側の端部から周方向へ延在してスロット底部をなす部分は、特にアウタースロットの周方向中央位置近傍において高磁気抵抗値を有することが好ましい。更に、上記高磁気抵抗を得るために、たとえば非磁性の円筒または円柱の外周面に離脱可能に個別に分割されたティースを周方向に並べ、巻装作業終了後、各ティースを外側コアに固定後、この非磁性の円筒または円柱を取り外すことも可能である。

【0030】

【実施例1】本発明の回転電機構造を採用した三相交流モータの実施例を以下に説明する。図1はこのモータの固定子の平面図を示し、図2は正面図を示し、図3～図10に固定子コイル作成手順を示す。1は薄板状の電極鋼板を積層した固定子コアで、後述するように周方向交互にスロット（アウタースロット）及びティースを周方向交互に有する。各スロット内には、星型接続された三

相二層波巻き型の固定子コイル（以下、単にコイルともよぶ）2が巻装されている。また、スロットの内周部にはコイル2とコア1とを絶縁するインシュレータ3が挿入されている。

【0031】コイル2は、スロット内に挿入される直線状のスロット導体部21と、スロット導体部21と一体に形成される渡り導体部22とを有し、渡り導体部22の両端は、2スロット挟んだ両側のスロットに挿入される一対のスロット導体部21の同一端部に個別に接続されている。コイル2は、図1に示すように、三つの相コイル2a、2b、2cからなり、スロット導体部21は、図3に示すように、各相コイル2a、2b、2cの始端23～25からみて離れる行き方向へ延在する行き導体部21aと、各相コイル2a、2b、2cの始端23～25からみて近づく還り方向へ延在する還り導体部21bとからなる。したがって、スロット両側のコイルエンド2dは、正確にはスロット導体部21の両側の端部と渡り導体部22とで構成され、各渡り導体部22は、図1に示すように、スロット導体部21に対して周方向へ斜めに折れ曲がっており、渡り導体部22の中央部で折り曲げられて、その軸方向先端部で山形になっている。

【0032】更に詳しく言えば軸方向先端部にて径方向に折り重ねられて重なる折り曲げ端部22aを各一個づつ有する。したがって、渡り導体部22の軸方向先端部22aのこの折り重ねにより、この渡り導体部22の両端から延在する一対のスロット導体部21にその厚さに等しい径方向変位が付与される。渡り導体部22のこの軸方向先端部22aは隣接する渡り導体部22とは径方向に重ならないので、上記径方向の折り曲げ又は段差付与が支障なく実施できるようになっている。

【0033】以下、コイル2について更に詳しく説明する。コイル2は、図3に示すように、1スロットピッチずつ離れて平行に配列された6本のコイル導体201～206を有し、コイル導体201、204が相コイル2aを構成し、コイル導体203、206が相コイル2bを構成し、コイル導体202、205が相コイル2cを構成している。各コイル導体201～206は固定子コア1の径方向に薄く周方向に広い略角形断面形状を有している。

【0034】また、第m（mは整数）番目のコイル導体の第n（nは整数）番目のスロット導体部21は、第m番目のコイル導体の第n-1番目又は第n+1番目のスロット導体部21が収容されるスロットに対して電気角180度離れたスロット、すなわち、3スロットピッチ離れたスロットに収容されている。なお、この3スロットピッチ離れたスロットには、第m-3番目又は第m+3番目のコイル導体のスロット導体部21とともに収容される。

【0035】更に、6本のコイル導体201～206の

各始端のうち、2、4、6番目の始端は互いに短絡されて中性点とされ、残る1、3、5番目の始端は、三相星型接続された各相コイル2a、2b、2cの端子をなす。コイル導体201～206の具体的な製造方法について図3～図10に示す作製手順を参照して説明する。

【0036】まず、図3に示すように、6本のコイル導体201～206を1スロットピッチずつ離れて平行に配置する。スロット導体部21及び渡り導体部22はそれぞれ直線帯状に形成されており、渡り導体部22はスロット導体部21に対して適当な角度（ここでは約60度）で斜設されている。なお、23はコイル導体201の始端であり、24はコイル導体203の始端であり、25はコイル導体205の始端であり、26はコイル導体202の始端であり、27はコイル導体204の始端であり、28はコイル導体206の始端である。

【0037】次に、図4に示すように、コイル導体201～206の始端23～28から数えて最初の6個の渡り導体部22をその中央部（図3に破線で示す）で、最初のスロット導体部21が下となるように（谷折りで）折り曲げる。なお、図3において、各コイル導体201～206の始端23～28から数えて最初のスロット導体部21と次のスロット導体部21とは3スロットピッチ離れて形成されており、これによりコイル導体201の二番目のスロット導体部21はコイル導体204の最初のスロット導体部21の上に重なり、以下同様に、コイル導体202の二番目のスロット導体部21はコイル導体205の最初のスロット導体部21の上に重なり、コイル導体203の二番目のスロット導体部21はコイル導体206の最初のスロット導体部21の上に重なる。

【0038】次に、図5に示すように、コイル導体201～206の始端23～28から数えて二番目の6個の渡り導体部22をその中央部（図4に破線で示す）で、二番目のスロット導体部21が三番目のスロット導体部21の上となるように（山折りで、すなわち本発明でいう最初の折り曲げ方向と同一回転方向へ）折り曲げる。これによりコイル導体201の三番目のスロット導体部21はコイル導体204の二番目のスロット導体部21の下に重なり、以下同様に、コイル導体202の三番目のスロット導体部21はコイル導体205の二番目のスロット導体部21の下に重なり、コイル導体203の三番目のスロット導体部21はコイル導体206の二番目のスロット導体部21の下に重なる。これにより、三番目のスロット導体部21は最初のスロット導体部21とスロット内で同じ深さ（最も深い位置）に無理なく収容される。

【0039】以下、図6に示すように、順次、谷折り、山折り、谷折りと同一回転方向へ折り曲げることにより、6本のコイル導体201～206を各スロットに2

層に収容する。その結果、ロータ磁極数から1を引いた回数だけ折り曲げることにより、各コイル導体201～206は一周することになり、スロット内に2層に2ターンのコイルが形成される。

【0040】次に、図7に示すように、いままでと反対回転方向へ（すなわち上記最初の2ターン形成の最後の折り曲げが谷折りとなるので、再び谷折り）折り曲げる。これにより、その後のスロット導体部21はスロット内で3、4層目に円滑に配置されることができる。以下、図8に示すように、順次、谷折り、山折り、谷折り  
10と最初の2ターンと同一回転方向へ折り曲げることにより、6本のコイル導体201～206を各スロットに4層に収容する。その結果、再度、ロータ磁極数から1を引いた回数だけ折り曲げることにより、各コイル導体201～206は次の一周を行うことになり、スロット内に4層に4ターンのコイルが形成される。以下、必要なターン数が上記と同じ手順で作製される。

【0041】次に、所定ターンを作製した後、図8に示すように、コイル導体201～206の最終渡り導体部22bは、いままでの渡り導体部22に対して約半分の長さ  
20とされ、かつ、コイル導体204～206の最終渡り導体部22bはそれ以外の渡り導体部22及び最終渡り導体部22bと線対称方向に斜設されている。その結果、図10に示すように、コイル導体201、204の最終渡り導体部22bの先端部は重なり、コイル導体202、205の最終渡り導体部22bの先端部は重なり、コイル導体203、206の最終渡り導体部22bの先端部は重なり、これら重なり部分を溶接することにより、三相ステータコイルが形成されることになる。更に具体的に説明すれば、図9に示すようにコイル導体201～203の折り曲げを行い、その後、図10に示すようにコイル導体204～206の折り曲げを行って、上記重なりを形成し、溶接すればよい。  
30

【0042】次に、上述のように作製されたコイル2を固定子コア1の各スロットに挿入される。なお、次にまたはスロット挿入前に、コイル導体202、204、206の始端を短絡して中性点とする。

（ステータコアの構成）次に、上述のようにして作製された三相ステータコイル2が巻装されるステータコア1について図11を参照して以下に説明する。

【0043】ステータコア1は、径外側へ向けて開口するアウトースロット11と、径外側へ突出するティース12とを周方向一定ピッチで交互に設けてなる内側コア1aと、内周面がティース12の径外側端縁に当接してヨークをなす円筒形状の外側コア1bとからなり、電磁鋼板を積層してなる外側コア1bは、同じく電磁鋼板を積層してなる内側コア1aに軸方向から嵌着されている。

【0044】各アウトースロット11には、波巻きされたコイル2のスロット導体部21が径方向に積層されて  
50

収容されている。内側コア1aの径内側の円筒状部分13は、アウトースロット11のスロット底部の周方向中央部に隣接してアウトースロット11側（径外側）から漏れ磁束低減用の凹部14を有する。なお、凹部14を省略してこの部分をレーザー加熱などによって内側コア1aの結晶構造を変えて非磁性化してもよく、内側コア1aの凹部14近傍の円筒状部分13を同じく非磁性化してもよい。

【0045】このアウトースロット型コアの特徴は、アウトースロット11及びティース12が、図11において反時計方向に傾斜している点と、アウトースロット11のスロット開口15の周方向幅がアウトースロット11のスロット底部16の周方向幅より広く形成されている点にある。更に詳細に説明すれば、ティース12の図11における時計方向遅れ側の側面17は、ティース12の図11における時計方向進み側の側面18よりもより周方向に傾斜した（寝た）形状となっている。すなわち、このアウトースロット11は前述したように傾斜スロット形状及び狭底スロット形状を有している。したがって、アウトースロット11のスロット底部16の周方向幅はほぼスロット導体部21の周方向幅に等しく、アウトースロット11のスロット開口15の周方向幅はそれよりも広く形成されている。なお、ティース12の周方向幅は、その径方向各部においてほぼ等しくされ、これによりティース12の径外端縁近傍におけるティース12の磁気飽和を回避している。

【0046】（コイル巻装工程）コイル2のスロット導体部21を構成する行き導体部21a及び還り導体部21bをこのアウトースロット11に収容する巻装作業について、図12を参照して説明する。ただし、三相のコイル2は、順次隣接スロットに収容される合計6本のコイル導体201～206を図10に示すように予め一列に成形してあるものとする。

【0047】図12において、まず左端のアウトースロット11にコイル導体201の最初の行き導体部21aを収容する。このコイル導体201の最初の行き導体部21aはアウトースロット11の傾斜に沿って略円軌跡状にスロット開口15からスロット開口6へ落ち込む。このコイル導体201の最所の落ち込みと同時に近接する他のコイル導体202～205も図12に示す矢印の方向に略円弧運動して自己が収容されるべきアウトースロット11のスロット開口15に接近する。

【0048】図12における断面ハッチングした長方形断面は、コイル導体201の最初の行き導体部21aがスロット底部16に着底した時点（ステージ1）におけるコイル導体201～205の最初の行き導体部21aと、コイル導体201、202の還り導体部21bの位置を示す。次に、更にこれらコイル導体201～206を更に回動させて、コイル導体202の最初の行き導体部21aをスロット底部16に着底させる（ステージ

2)。このステージ1からステージ2へのコイル導体201~206の回動は、コイル導体201の最初の行き導体部21aを中心軸としてコイル導体201~206を回動させる軌跡と考えることができる。

【0049】したがって、アウタースロット11の側面17、18のうち、コイル導体201~206がステージ1からステージ2まで回動する間にコイル導体201~206が通過する部分は、コイル導体201の最初の行き導体部21aを中心軸とする略円弧形状とすることが好ましい。同様に、アウタースロット11の側面17、18のうち、コイル導体201~206がステージ2からステージ3まで回動する間にコイル導体201~206が通過する部分は、コイル導体202の最初の行き導体部21aを中心軸とする略円弧形状とすることが好ましい。同様に、アウタースロット11の側面17、18のうち、コイル導体201~206がステージ3からステージ4まで回動する間にコイル導体201~206が通過する部分は、コイル導体203の最初の行き導体部21aを中心軸とする略円弧形状とすることが好ましい。このようにして、アウタースロット11の両側面17、18の好適形状を決定することができる。なお、両側面17、18により規定されるティース12の幅は、磁束通過方向と直角な方向において一定値tとなるように設定することが好ましい。

【0050】結局、スロット開口15近傍では、側面17の曲率は側面18の曲率より大きくなり、側面17は側面18よりも径方向に対して大きく傾斜することになる。なお、スロット底部16あるいは前回収容されたコイル導体上に到着したコイル導体201~206の行き導体部21aまたは還り導体部21bは、到着直後は回動軌跡に対して略直角方向に延在しているので、スロット底部16と平行となるように塑性変形される。この状態を図13に示す。なお、アウタースロット11内に収容されたコイル導体201~206とティース12との間にはインシュレータが挿入できるだけのマージンが設けられる。

(変形態様) 上記実施例では、内側コア1aのティース12の径外端縁19(図13参照)、ならびにそれと密接する外側コア1bの内周面は円弧または円形に形成したが、凹凸形状とすることにより両者間の微小エアギャップの磁気抵抗を減らして鉄損を減らすことができる。

【0051】なお好適には、ティース12の径外側端縁19は、径方向断面にて径内側に窪んだ凹部をもち、外側コア1bの内周面にこの凹部に密接する突部を設けることが好ましい。このようにすれば、外側コア1bを周方向に貫流する磁束流が上記微小エアギャップを横断することがないので鉄損を低減することができる。

(変形態様) 上記実施例において、内側コア1aのティ

ース12の径外端縁19(図13参照)、ならびにそれと密接する外側コア1bの内周面を、電磁鋼板積層後で、コイル導体201~206の巻装前に研磨や切削などで滑面化する。

【0052】このようにすればわずかなギャップにも関わらず両者の円滑な嵌合を実現することができ、作業の容易化と鉄損低減を両立させることができる。

(変形態様) 上記実施例において、渡り導体部22では折り曲げにより径方向の段差を形成したが、渡り導体部22の先端部などを塑性変形してこの段差を形成してもよい。

(変形態様) 上記実施例において、アウタースロット11の側面17、18の形状は上記形状に限定されるものでなく、コイル導体201~206を容易に巻装可能な範囲で適宜形状変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の波巻き巻線を固定子巻線に適用した三相モータの実施例における固定子の平面図である。

【図2】 図1に示す固定子の正面図である。

【図3】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図4】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図5】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図6】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図7】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図8】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図9】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図10】 図1、図2に示す固定子コイルの作成手順を示す工程図である。

【図11】 固定子コアの径方向断面図である。

【図12】 内側コア1aへのコイル導体201~206の挿入動作を示す軌跡付き部分断面図である。

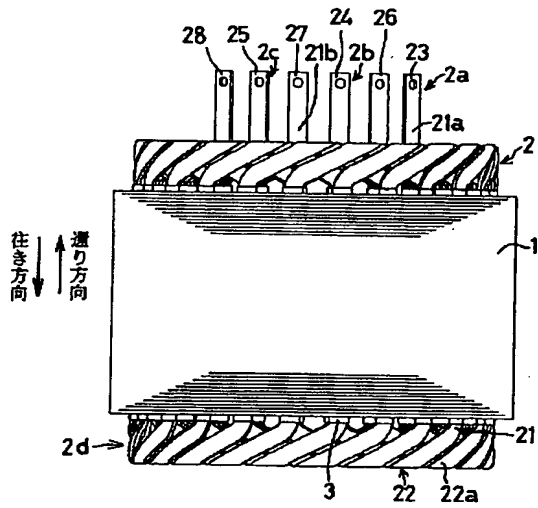
【図13】 アウタースロット11に収容されたコイル導体201の姿勢を修正する工程を示す軌跡付き部分断面図である

【符号の説明】

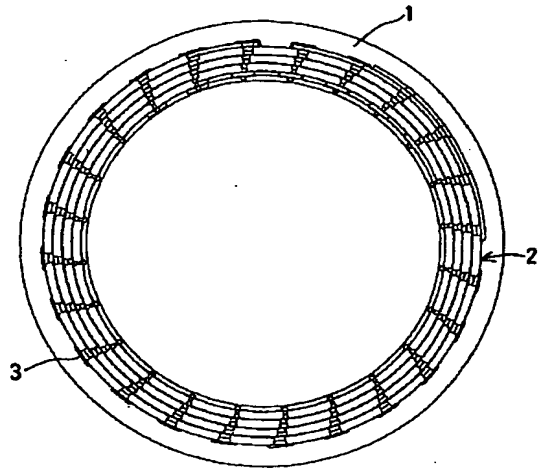
1は固定子コア、1aは内側コア、1bは外側コア、2はコイル、11はアウタースロット、12はティース、15はアウタースロット11のスロット開口、16はアウタースロット11のスロット底部、17、18はアウタースロット11の側面、19はティース12の径外端縁、21はスロット導体部、22は渡り導体部



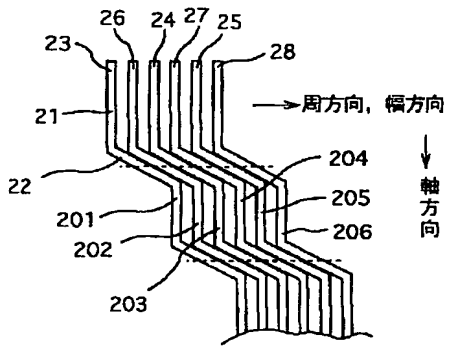
【図 1】



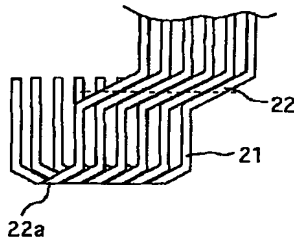
【図 2】



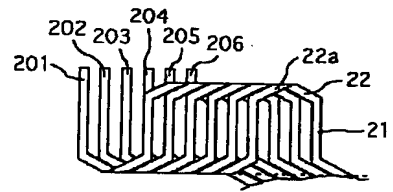
【図 3】



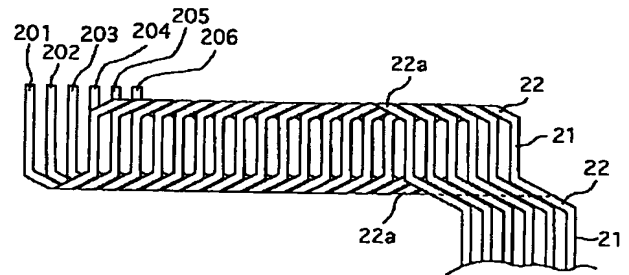
【図 4】



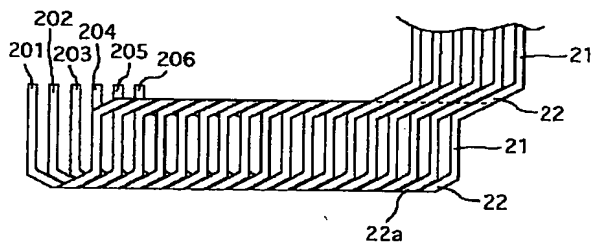
【図 5】



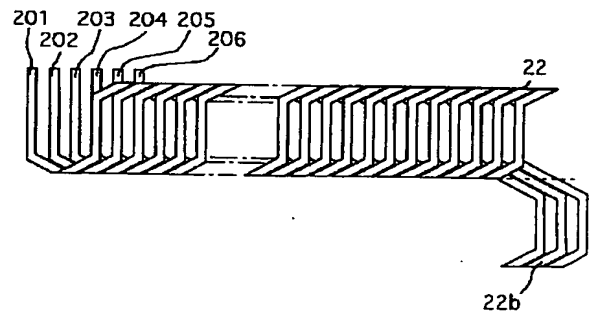
【図 7】



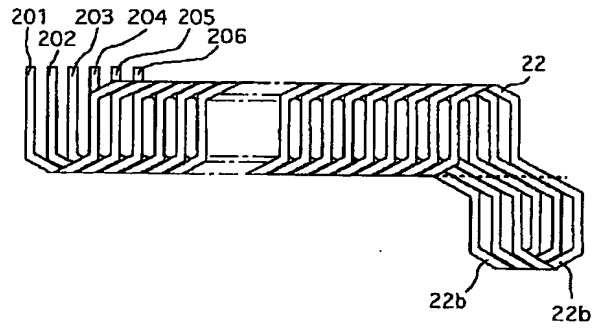
【図 6】



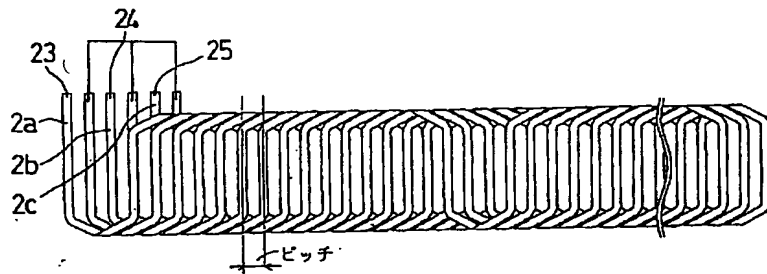
【図 9】



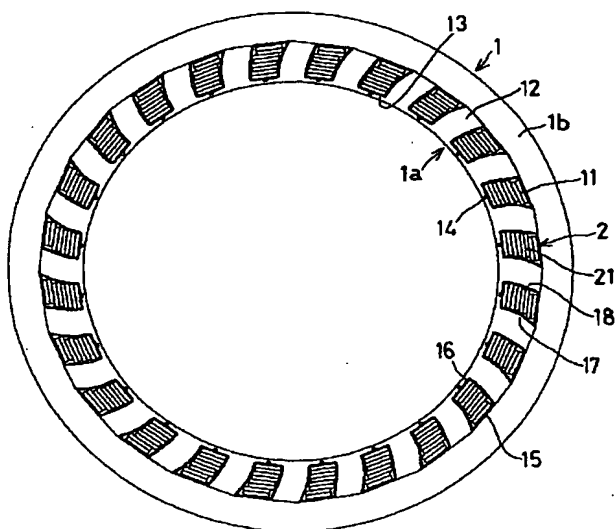
【図 8】



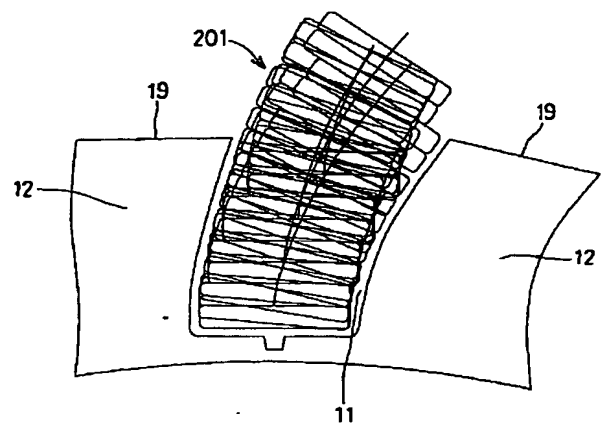
【図 10】



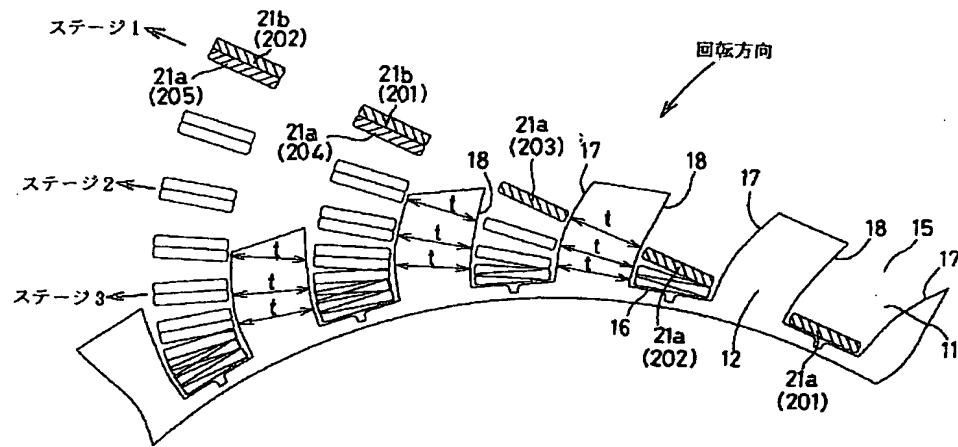
【図 11】



【図 13】



【図 12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H002 AA07 AB01 AC02 AE06  
 5H603 AA09 BB01 BB02 BB07 BB12  
 CA01 CA02 CB02 CB03 CB19  
 CB26 CC04 CC07 CC17 CD06  
 CD22 CD33 CE02 CE05 EE01  
 FA01  
 5H615 AA01 BB01 BB02 BB05 BB14  
 PP01 PP02 PP07 PP09 PP10  
 PP13 PP14 QQ03 QQ12 QQ27  
 RR01 SS04 SS05 SS08 SS16  
 SS19 SS24 TT04